العوامل المنظمة لعملية تحلل السكر (Glycolysis)

هناك عدد من العوامل التي تنظم حصول او عدم حصول تفاعلات الكلايكوليسز منها عوامل اولية واخرى ثانوية وكما يلي :

1. **العوامل الاولية Primary factors:** تتمثل هذه العوامل بالهرمونات التي تسيطر على مستوى سكر الكلوكوز في الدم وبالاخص الانسولين والكلوكاكون والابنفرين وهرمون النمو. اذ ان افراز الانسولين ينشط حصول الكلايكوليسز وتحرير الطاقة الا انه هرمونات (الكلوكاكون و الابنفرين و هرمون النمو) تعتبر عوامل مثبطة لتفاعلات الكلايكوليسز , اذ تعمل على جعل مستوى الكلوكوز عالي في الدم من خلال تحلل الكلايكوجين المخزون وتحرير الطاقة بدل اكسدة الكلوكوز .

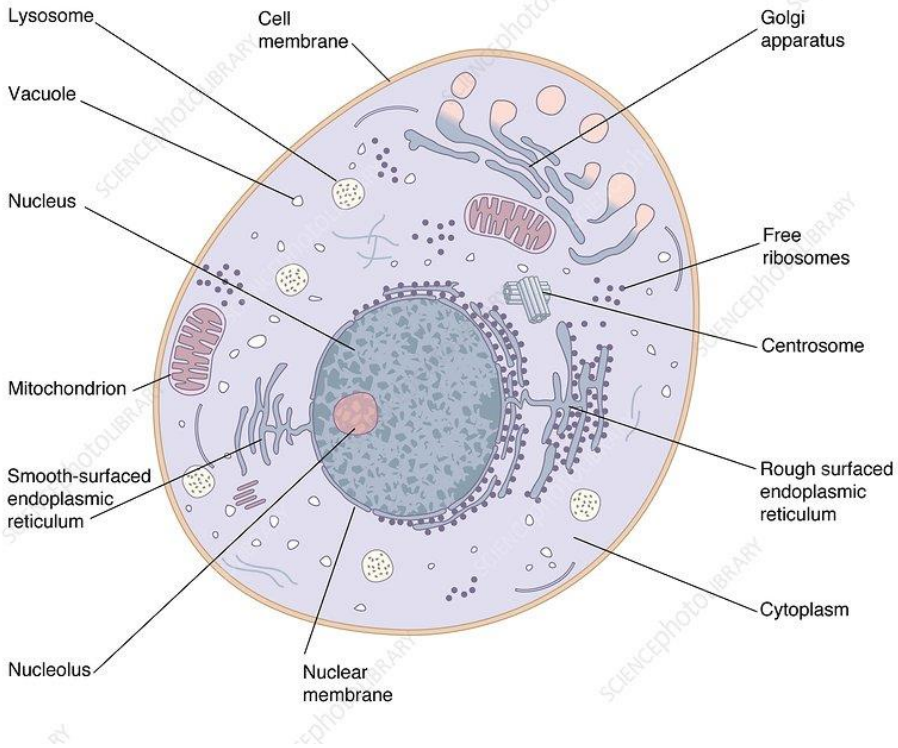
2. **العوامل الثانوية Secondary factors:** تتمثل بعدد من العوامل اهمها :

أ- مستوى سكر الكلوكوز : والذي بدوره ينشط تكوين Fructose -1,6-Bisphosphate من خلال تنشيط الانزيم phosphofructokinase اما في حالة انخفاض مستوى سكر الكلوكوز يحصل تثبيط لتفاعلات الكلايكوليسز .

ب- مستوى الطاقة في الجسم : اذا كان الجسم يملك طاقة عالية قد تكون اتية من اكسدة الدهون فان تفاعلات الكلايكوليسز سوف تثبط ويحصل العكس في حالة انخفاض طاقة الجسم اذ تتحفز تفاعلات الكلايكوليسز لانتاج الطاقة لسد حاجة الجسم .

ويتم التحكم في معدل مسار تحلل الكلوكوز عن طريق مثبطات الإنزيم ومنشطات الإنزيم للإنزيمات المشاركة في التفاعلات غير عكسية وهي التفاعلات (1 ، 3 ، 10).

- مرحلة الهضم والامتصاص تحدث في الجهاز الهضمي بينما مرحلة انتاج االاستايل كوانزيم أ والتي تشمل عدد من المسارات الايضية metabolic pathways والتي تبدأ بالمسار الايضي تحلل السكر glycolysis الذي يحدث في السايتوبلازم بينما بقية المراحل تحدث بالمايتوكوندريا Mitochondria.



س/ ما هو مصير جزيئات البيروفات (The two pyruvate molecules) الناتجة من عملية تحلل السكر Glycolysis؟

مصير البيروفات بعد تحلل السكر The Fate of pyruvate after glycolysis

- جزيئة البيروفات هي جزيئة رئيسية في عملية التمثيل الغذائي ويختلف مصيرها حسب **وجود الأكسجين وغيابه.**

- للبيروفات 3 مصائرأو حالات حسب توافر الأكسجين هي:

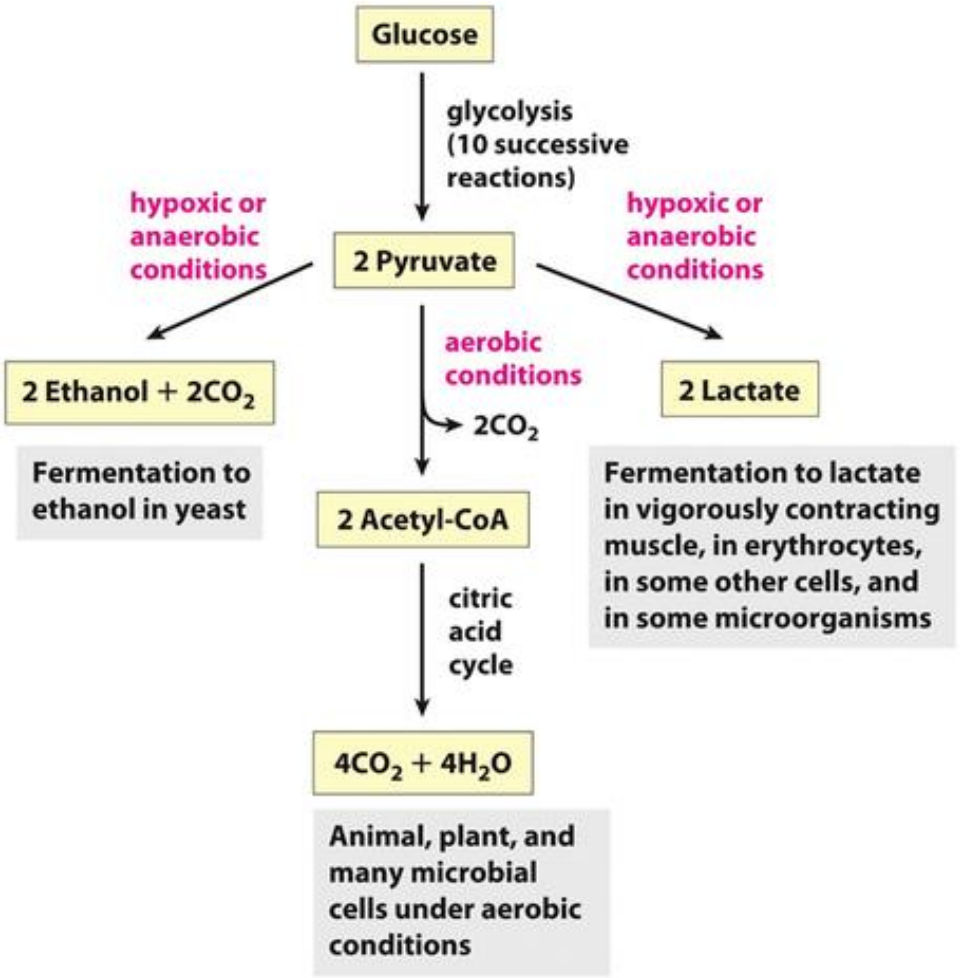
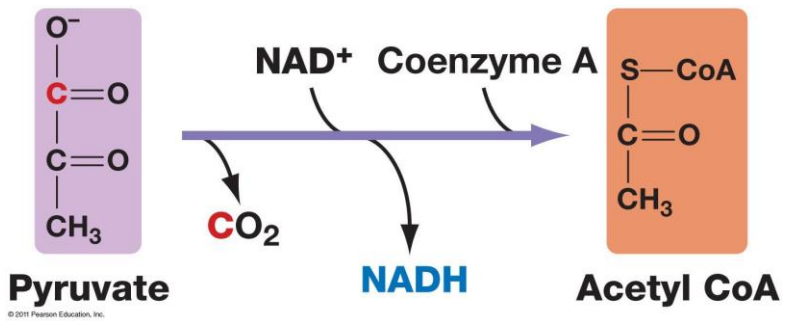


Figure 14-4
Lehninger Principles of Biochemistry, Sixth Edition
© 2013 W. H. Freeman and Company

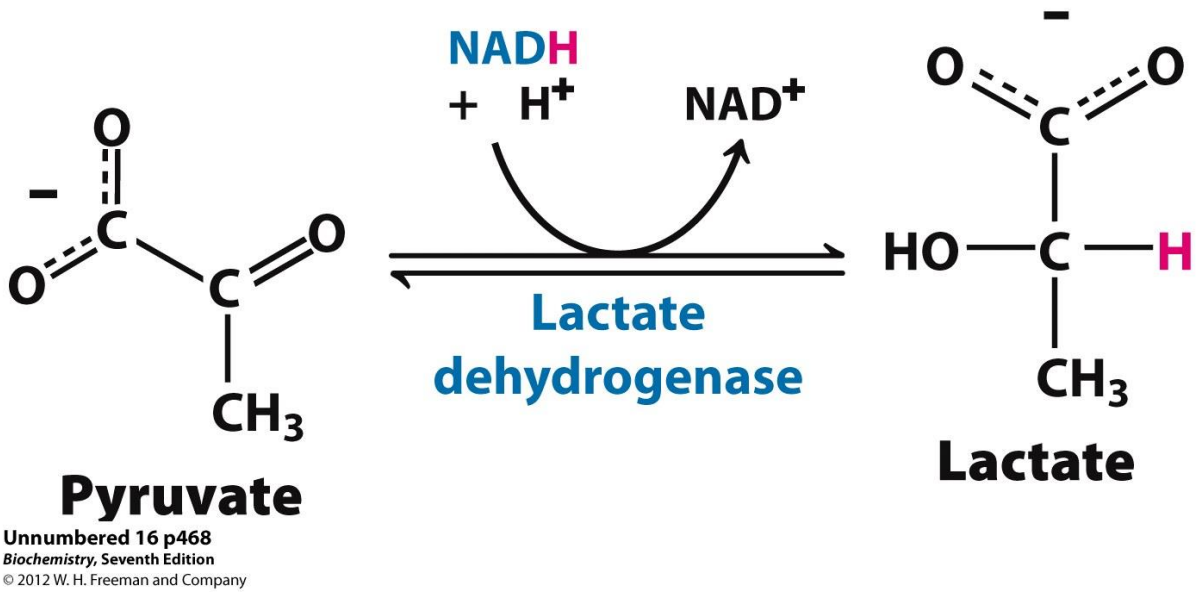
1. في حالة وجود الأوكسجين (الظروف الهوائية) (aerobic conditions) يتحول البيروفات الى أسيتيل أنزيم أ Acetyl-Coenzyme A الذي يدخل الى دورة حامض الستريك The citric acid cycle (CAC) أو دورة كريبس The krebs cycle او دورة الحامض الثلاثي The tricarboxylic acid (TCA) cycle.

حيث يتأكسد البيروفات بوجود الاوكسجين ويفقد مجموعة ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 ويتحول الى أسيتيل أنزيم أ Acetyl-Coenzyme A يحدث هذا التفاعل في مايتوكوندريا الخلايا او الانسجة الهوائية مثل الكبد.

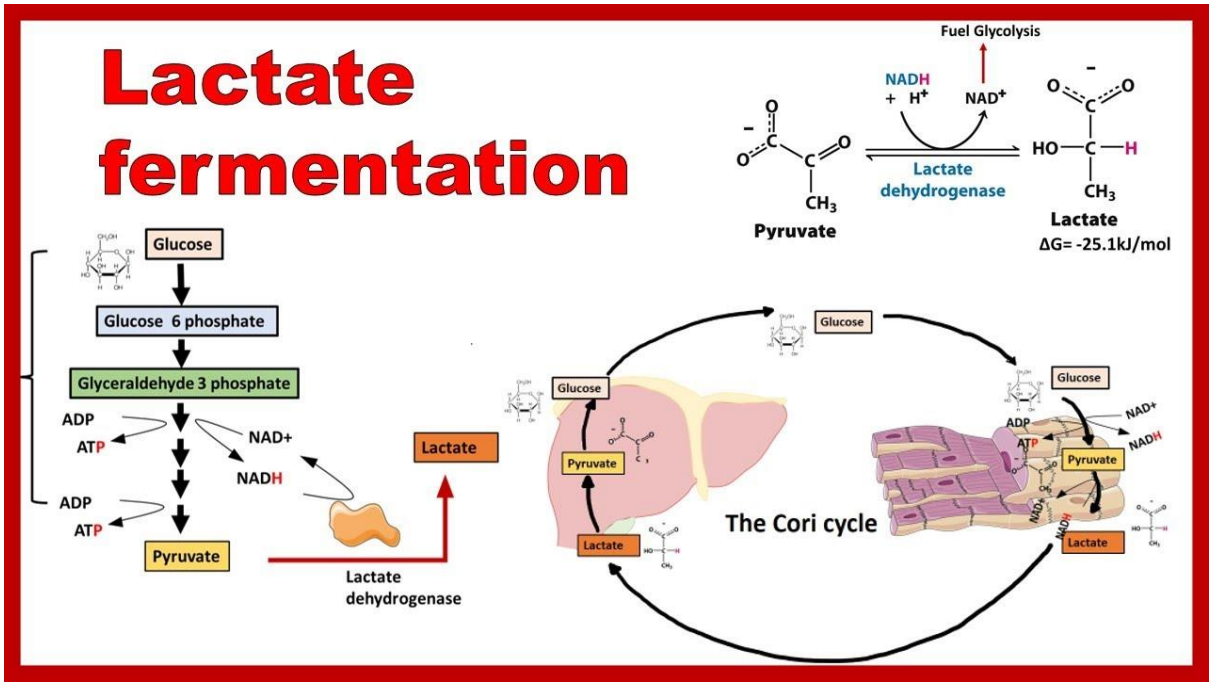


2. في حالة عدم وجود الأوكسجين (الظروف اللاهوائية) (anaerobic conditions) يتحول البيروفات الى حامض اللاكتيك او اللاكتات.

الطريق الثاني لبيروفات هو اختزاله إلى اللاكتات عن طريق تخمير حامض اللاكتيك lactic acid fermentation عند تقلص عضلات الهيكل العظمي بقوة يجب تعمل في ظل ظروف نقص الاوكسجين أنسجة وأنواع معينة من الخلايا (شبكية العين وكريات الدم الحمراء والعضلات) كذلك في بعض الكائنات الحية الدقيقة حيث يبقى البيروفات الذي يصنع في تحلل السكر في السيتوبلازم ويتحول (يختزل) إلى لاكتات كما هو موضح في التفاعل أدناه:

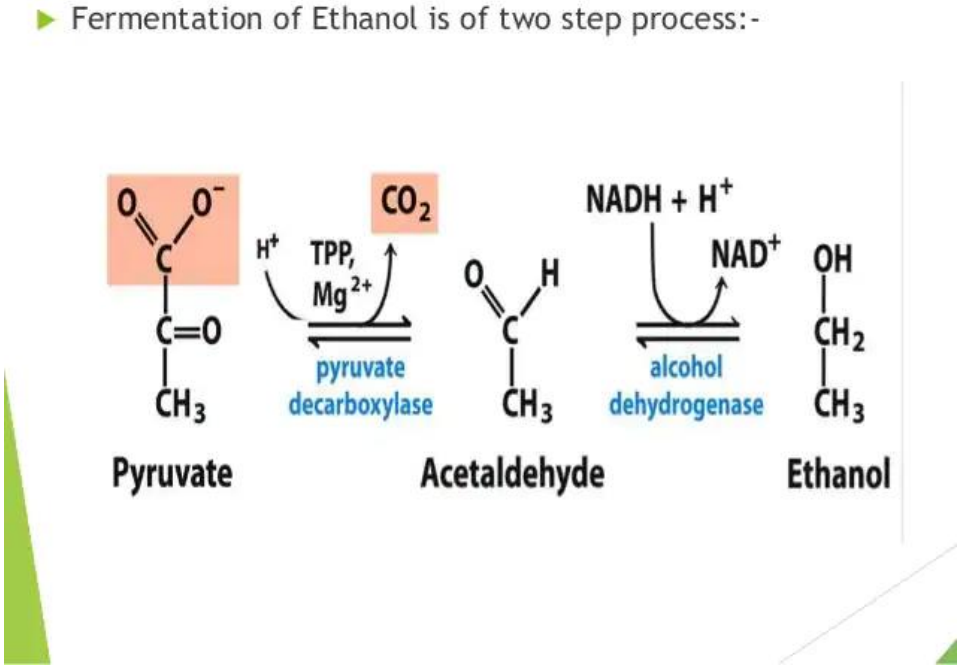


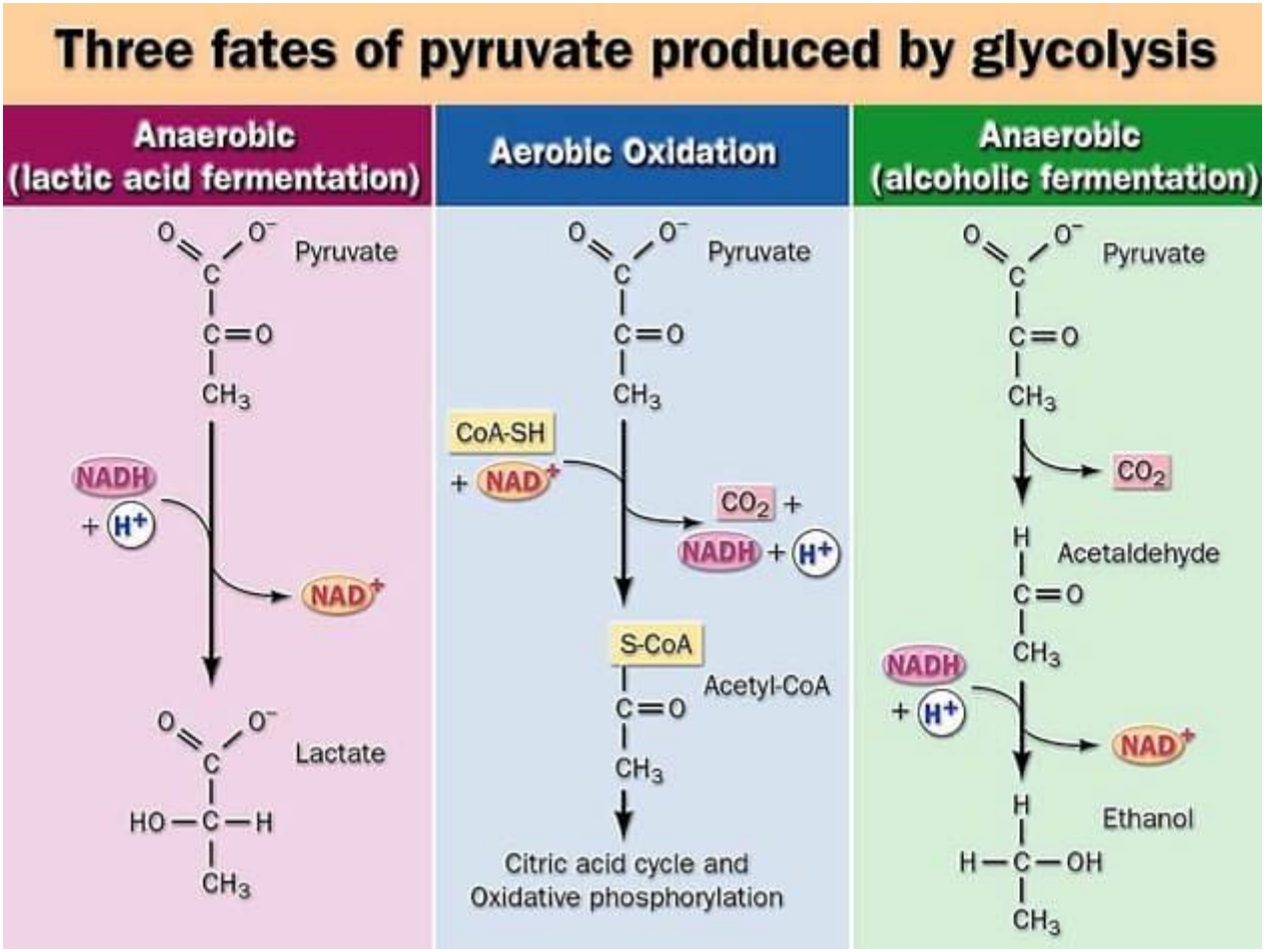
يؤدي وجود اللاكتات في العضلات إلى إجهاد العضلات والشعور بالتهاب. تفرز خلايا العضلات اللاكتات في الدورة الدموية ثم تلتقطها خلايا الكبد. في الكبد يمكن إعادة تدوير اللاكتات إلى البيروفات. بعد تحويل اللاكتات مرة أخرى إلى البيروفات يمكن تحويلها إلى كلوكوز وتخزينها للاستخدام في المستقبل يسمى هذا المسار الايضي the cori cycle.



3. في حالة عدم وجود الأوكسجين (الظروف اللاهوائية) (anaerobic conditions) يتحول البيروفات الى ايثانول.

في بعض الأنسجة النباتية وفي بعض اللافقاريات والطلائعيات والكائنات الحية الدقيقة مثل خميرة البيرة يتم تحويل البيروفات تحت الظروف اللاهوائية الى الإيثانول وثاني أوكسيد الكربون ، وهي عملية تسمى تخمير الإيثانول (الكحول) alcoholic fermentation.

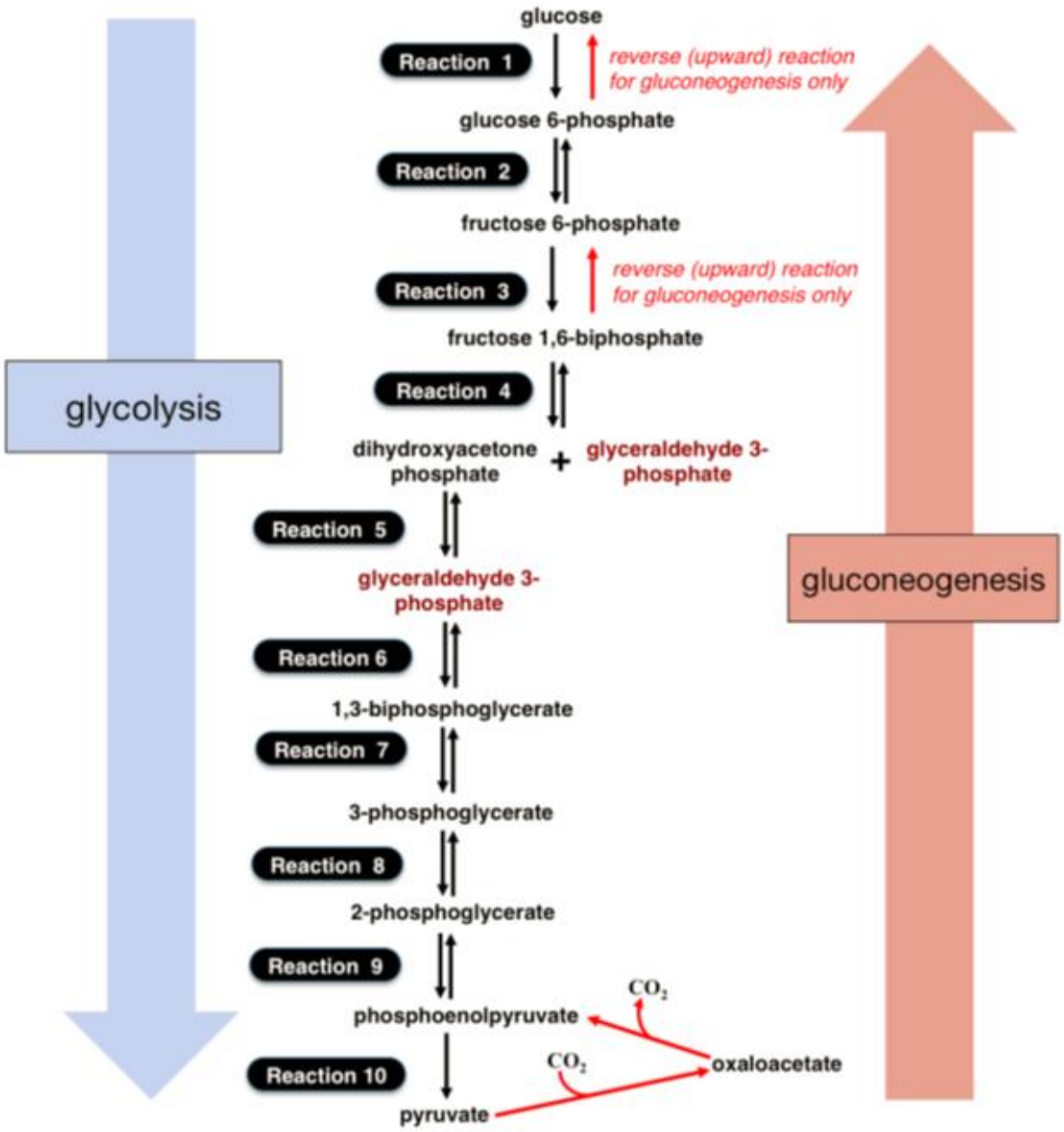




تصنيع السكريات من مصادر غير سكرية Gluconeogenesis

تصنيع الكلوكوز من مصادر غير السكر مثل الكلسرين واللاكتات والبيروفات وكلايكوجينيك الأحماض الأمينية تحدث الغالبية العظمى من عملية استحداث السكر في الكبد وبدرجة أقل في قشرة الكلى ويحدث تصنيع الكلوكوز خلال فترات الصيام أو الجوع أو التمرين المكثف وغالبًا ما يرتبط استحداث السكر مع الحالة الكيتونية. تحتوي بعض الأعضاء مثل الدماغ والعين والكلى على أنسجة تستخدم الكلوكوز كمصدر للطاقة الأيضية المفضل أو الوحيد. أثناء التمرين السريع أو القوي لفترات طويلة تنضب مخازن الكليكوجين ويجب تصنيع الكلوكوز من جديد من أجل الحفاظ على مستويات السكر في الدم.

تشترك مسارات الايضية glycolysis & gluconeogenesis في العديد من التفاعلات حيث تحدث الاختلافات عند تفاعلات تحلل السكر الثلاثة العكسية (التفاعلات 1 و 3 و 10) كما هو موضح في الشكل أدناه. لا يستخدم استحداث السكر تفاعل 10 من تحلل السكر ويستخدم إنزيمات مختلفة لتمكين عكس التفاعلات 1 و 3 لتحلل السكر. يحدث gluconeogenesis بشكل أساسي في الكبد.


glucose
Reaction 1
reverse (upward) reaction for gluconeogenesis only
glucose 6-phosphate
Reaction 2
fructose 6-phosphate
Reaction 3
reverse (upward) reaction for gluconeogenesis only
fructose 1,6-biphosphate
Reaction 4
dihydroxyacetone phosphate
+
glyceraldehyde 3-phosphate
Reaction 5
glyceraldehyde 3-phosphate
Reaction 6
1,3-biphosphoglycerate
Reaction 7
3-phosphoglycerate
Reaction 8
2-phosphoglycerate
Reaction 9
phosphoenolpyruvate
CO2
oxaloacetate
CO2
Reaction 10
pyruvate
glycolysis
gluconeogenesis

مصير السكريات الاحادية غير الكلوكوز في تحلل السكر

The fate of Non Glucose Monosaccharides into Glycolysis

على الرغم من أن الكلوكوز هو المنتج الرئيسي لهضم الكربوهيدرات إلا أنه ليس السكر الاحادي الوحيد الذي يتم إنتاجه مثل كالاكتوز والفركتوز. يمكن أكسدة هذه السكريات الأحادية عندما يتم تحويلها إلى مواد وسيطة لتحلل السكر في مسار تحلل السكر glycolysis.

على سبيل المثال يتم إنتاج الفركتوز والكالاكتوز والمانوز في عملية هضم الكربوهيدرات ويمكن تحويلها إلى مركبات تحلل السكر كما هو موضح في الشكل أدناه.